



TITLE:

Estudio Citogenetico de los Micos Bolivianos: I. Report Preliminar de los Cariotipos de Cebus apella, Saimiri sciureus, Aotus azarae y Saguinus labiatus

AUTHOR(S):

Minezawa, Mitsuru; Valdivia C. Jaime

---

CITATION:

Minezawa, Mitsuru ...[et al]. Estudio Citogenetico de los Micos Bolivianos: I. Report Preliminar de los Cariotipos de Cebus apella, Saimiri sciureus, Aotus azarae y Saguinus labiatus. Kyoto University overseas research reports of new world monkeys 1984, 4: 69-76

ISSUE DATE:

1984

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/198750>

RIGHT:

## Estudio Citogenético de los Micos Bolivianos: I. Reporte Preliminar de los Cariotipos de *Cebus. apella*, *Saimiri sciureus*, *Aotus azarae* y *Saguinus labiatus*

Mitsuru Minezawa  
 Primate Research Institute, Universidad de Kyoto  
 y C. Jaime Valdivia Borda  
 Instituto Bioclínico Central, Santa Cruz, Bolivia

### RESUMEN

Se llevaron a cabo estudios cromosómicos de cuatro especies de primates bolivianos, *Cebus apella*, *Saimiri sciureus*, *Aotus azarae* y *Saguinus labiatus*, realizando bandas C y G en 142 especímenes.

Los monos bolivianos presentan cariotipos o variaciones cromosómicas únicas. *Cebus apella* tiene 54 cromosomas (20 con dos brazos y 32 autosomas acrocéntricas, el cromosoma X es submetacéntrico y el cromosoma Y acrocéntrico) y 9 variedades cromosómicas (dos inversiones pericéntricas, dos variaciones paracéntricas y cinco variaciones en el tamaño de las bandas C); todas las cuatro inversiones son únicas y han sido solo encontradas en la raza boliviana. *Saimiri sciureus* tiene 44 cromosomas (30 con dos brazos y 12 autosomas acrocéntricos, el cromosoma X submetacéntrico y el cromosoma Y acrocéntrico). Las hembras de *Aotus azarae* tienen 50 cromosomas y los machos 49. La diferencia entre los sexos en el número cromosómico es debida a una translocación del cromosoma Y en un autosoma como se reporta en varios artículos. *Saguinus labiatus* tiene 46 cromosomas (32 con dos brazos y 12 autosomas acrocéntricos, el cromosoma X submetacéntrico y el cromosoma Y acrocéntrico) y muestra una inversión pericéntrica. Se discute la evolución cariotípica de los platirrinos con base en los cariotipos de los primates bolivianos.

### INTRODUCCION

La posición del cariotipo de los monos platirrinos ha sido aclarada por los trabajos sistemáticos de Dutrillaux y sus colegas, usando diversas técnicas de bandeo (Dutrillaux, 1979 a, b; Dutrillaux y Couturier, 1981; Dutrillaux et al., 1980). Su filogenia del cariotipo de los primates difiere ampliamente de la realizada con el cariotipo convencional (sin bandeo) (Chiarelli, 1980; Egoscue, 1975). Dutrillaux (1979a) colocó el cariotipo de *Cebus capuchinus* intermedio entre *Microcebus murinus* (Prosimios) y *Pongo pygmaeus* (Hominoide) y sugiere que el cariotipo de *Cebus* no es muy diferente del cariotipo simiesco ancestral. Sin embargo, los cariotipos de los monos del Nuevo Mundo no son generalmente conservativos ni estables. Es claro que *Aotus* (mono nocturno) y *Saimiri* (mono ardilla) han experimentado una evolución cromosómica rápida (Dutrillaux y Couturier, 1981).

Aunque se han hecho solo unos pocos estudios cariotípicos de primates con varios individuos (Ma et al., 1976; Freitas y Seuanez, 1982), se han descubierto varias variaciones cro-

mosómicas intragénicas e intraespecíficas en los monos del Nuevo Mundo. Aún *Cebus* y *Lagothrix*, quienes se piensa que tienen un cariotipo similar al de los ancestros de los simios (Dutrillaux y Couturier, 1981) poseen algunas variaciones cromosómicas intraespecíficas (De Caballero et al., 1976; Cambefort y Moro, 1978; García et al., 1977, 1983; Freitas y Seuanez, 1982). También han sido reportadas variaciones intragénicas e intraespecíficas en otros géneros de monos del Nuevo Mundo, como *Saimiri* (Jones et al., 1973; Ma et al., 1974; Jones and Ma, 1975), *Callicebus* (Benirschke y Bogart, 1976; Minezawa y Valdivia, 1984), *Ateles* (Kunkel et al., 1980), *Callithrix* y *Saguinus* (Ardito, 1979). Cariotipos altamente variables de *Aotus* han sido bien investigados, y la clasificación revisada de *Aotus* separa este género en nueve especies a partir de una sola, basados principalmente en la evolución cariotípica (Brumack, 1974, 1975; Reumer y De Boer, 1980; Ma, 1981; Galbreath, 1983; Hershkovitz, 1983).

Esta variación cariotípica de los monos platirrininos contrasta altamente con la de los otros grupos de primates. Los cariotipos de *Macaca*, *Papio* y *Cercocebus* son muy similares entre sí y solo presentan unos pocos cambios cromosómicos entre ellos (Dutrillaux, et al., 1982); mientras que los Prosimios, los Cercopitecos y los Hominoides probablemente tienen una variabilidad cariotípica parecida a la de los platirrininos; pero las clases de variaciones cariotípicas que están relacionadas con las diferenciaciones cariotípicas entre cada grupo taxonómico son muy diferentes unas de otras e.q. en los Prosimios las fusiones céntricas dominan, en los Cercopitecos las fisiones céntricas y en los Hominoides las inversiones pericéntricas (Dutrillaux, 1979a). En el grupo de los platirrininos, parece no existir la tendencia a acumular un tipo de variación, o si esta existe es muy pequeña.

El estudio citogenético de los monos del Nuevo Mundo tiene al menos los dos significados expuestos a continuación.

a. Como en el caso de *Aotus*, el estudio citogenéticos permite diferenciar grupos taxonómicos con características externas similares; y en grupos aparentemente distintos, la investigación cariotípica puede hacer clara una diferencia o un parentesco entre ellos, sobre un aspecto distinto y puede dar una filogenia más natural que la realizada hasta el presente.

b. Los monos del Nuevo Mundo viven en habitats relativamente similares y tienen varias especies muy relacionadas en lugar de estructuras sociales diferentes, distintas historias naturales (por ejemplo la duración del tiempo de emergencia de un grupo taxonómico) y el grado de la evolución cariotípica. Por lo tanto, los estudios citogenéticos de los monos platirrininos ofrecen posiblemente un excelente modelo para la evolución cariotípica de los primates.

El presente estudio fué realizado con monos bolivianos; Bolivia es abundante en especies endémicas y/o subespecies de monos del Nuevo Mundo; la fauna de primates es muy diferente entre el área norteña y sureña, por lo que Bolivia está comparativamente favorecida para los estudios citogenéticos en primates. Los autores reportan cariotipos de *Cebus apella*, *Saimiri sciureus*, *Aotus azarae* y *Saguinus labiatus*. Este estudio es una ayuda preliminar en la discusión de la evolución cariotípica de los monos del Nuevo Mundo basados en varias muestras.

## MATERIALES Y METODOS

Se tomaron muestras de sangre periférica de 4 especies (142 individuos), 21 *Cebus apella* (incluyendo 12 hembras y 9 machos), 75 *Saimiri sciureus* (14 hembras y 61 machos), 43 *Aotus azarae* (27 hembras y 16 machos) y 3 *Saguinus labiatus* (1 hembra y 2 machos). Estas muestras



se adquirieron por cortesía del Sr. Jiro Ohnishi, proveedor del Jardín Zoológico de Santa Cruz, Bolivia. Las 3 especies fueron capturadas en un radio de 100 km de Santa Cruz; *S. labiatus* fué capturado cerca a Cobija, Pando y mantenido allí.

Las muestras de sangre entera fueron cultivadas en RPMI-1640 conteniendo PHA-M durante las 24 horas luego de colectadas, excepto para *S. labiatus*, en el Instituto Bioclínico Central en Santa Cruz y fijadas con el método estandar. Las muestras fijadas fueron transportadas al Instituto de Investigación de Primates de la Universidad de Kyoto. Los cromosomas metafásicos fueron clorados de inmediato por el método convencional de Giemsa y para las bandas. C y G con las técnicas ASG (Sumner et al., 1971) y BSG (Sumner, 1972).

Se analizaron bajo el microscopio un mínimo de 10 metafases para cada especie, para el conteo del número cromosómico y el registro de la morfología básica. Hasta donde fué posible se prepararon más de dos cariotipos con o sin bandas de cada individuo, y se compararon con los otros cariotipos previamente reportados.

## RESULTADOS

### a. *Cebus apella*

El género *Cebus* comprende 4 especies diferentes (Mittermeier y Coimbra-Filho, 1981) y esta ampliamente distribuido en Centro y Sur América. Poblaciones salvajes de *Cebus apella* y *C. albifrons* se encuentran actualmente en Bolivia. *C. apella* se clasifica dentro del grupo con cuernos y se distribuye en el área sur de Bolivia y *C. albifrons* pertenece al grupo sin cuernos y está en el área norte. En el presente estudio solo se obtuvieron muestras de *C. apella*. Todos los especímenes (21 muestras) poseen un número diploide de 54 cromosomas como los reportados en la literatura (Tabla 1 y Tabla 2). De los autosomas de todas las especies, 20 cromosomas son con dos brazos y 32 cromosomas son acrocéntricos; el cromosoma X es submetacéntrico y el cromosoma Y es acrocéntrico (Fig. 1).

Se encontraron dos tipos de inversiones pericéntricas en dos cromosomas (Nºs. 6 y 12). La variante del cromosoma 6 se encontró en estado heterocigótico en cuatro individuos; la variante del cromosoma 12 se observó en condición heterocigótica en otro individuo; por lo tanto, estos cinco monos tienen 19 autosomas con dos brazos y 32 cromosomas acrocéntricos. La variación en la longitud del cromosoma que fué encontrada en varios informes también fué observada como se muestra en la Tabla 3.

Se prepararon las bandas C y G de seis individuos y concuerdan claramente con las de Freitas y Seuanez (1982). Con las bandas C y G también se descubrieron otras siete variaciones cromosómicas en seis individuos; dos de estas variaciones son inversiones paracéntricas en los cromosomas 11 y 13, y otras cinco son variaciones en el tamaño de las bandas C, en los cromosomas 5, 11, 12, 13 y 20 (Fig. 2, Tabla 3).

Aunque Cambefort y Moro (1979) estudiaron también tres machos de *Cebus apella* de Santa Cruz, Bolivia, reportan que el cariotipo de esta especie concuerda con los de De Caballero et al. (1976) y no hay variación cromosómica o esta es muy pequeña. El cariotipo de estas especies en De Caballero et al. (1976) tiene 20 autosomas con dos brazos y 32 autosomas acrocéntricos, el cromosoma X metacéntrico y el cromosoma Y submetacéntrico. De acuerdo a esta descripción, la morfología de los cromosomas sexuales difiere en dos observaciones de *Cebus apella* bolivianos. De las nueve variantes descritas anteriormente, se observó comúnmente la variación en el tamaño de las bandas C a través de una amplia área de su habitat y también en especies congénéricas de *Cebus* (De Caballero et al, 1976; Garcia et al., 1978,

1983; Koiffmann y Saldanha, 1981; Freitas y Seuanez, 1982). Sin embargo las otras inversiones son probablemente únicas o endémicas y muy diferentes de los *Cebus apella* brasileros (Freitas y Seuanez, 1982.).

#### b. *Saimiri sciureus*

Recientemente varios autores reconocen una o dos especies en el género *Saimiri*, *S. sciureus* y *S. oerstedii* (Cabrera, 1958; Cooper, 1968; Napier, 1967; Mittermeier y Coimbra-Filho, 1981). La primera de estas especies está ampliamente distribuida en Sur América y la segunda en América Central. El *Saimiri sciureus* boliviano es diferente del *S. oerstedii* (Thorington, 1976 en Mittermeier y Coimbra-Filho, 1981) y ha sido clasificado como *S. s. boliviensis* por Cabrera (1958). Se encontraron varias diferencias regionales en el color de la piel y en el cariotipo del mono ardilla (Jones et al., 1978; Ferrari et al., 1980; Mittermeier y Coimbra-Filho, 1981).

En el presente estudio todos los especímenes mostraron un número diploide de 44 como había sido reportado previamente (Tabla 1). De los autosomas de todos los especímenes 30 cromosomas tienen dos brazos y 12 cromosomas son acrocéntricos el cromosoma X es submetacéntrico y el cromosoma Y acrocéntrico.

El cariotipo de bandas C y G del *Saimiri* boliviano es prácticamente el mismo de uno de Leticia (Jones y Ma, 1975). Cambefort y Moro (1978) descubrieron heteromorfismo (probablemente una translocación recíproca entre dos cromosomas diferentes en uno de los dos monos ardillas bolivianos (de Santa Cruz) que ellos examinaron. Por otra parte, no observamos ninguna desviación de la composición autosómica con respecto al tipo de "Leticia" como en el caso de Ariga et al. (1978). Basados en las bandas C, Dev et al. (1982) reportaron variaciones intersticiales en bandas C en los monos ardillas bolivianos. Lau y Arrighi (1972) también sugirieron la existencia de variantes de bandas C y de bandas N. Aunque las muestras bolivianas presentes también revelan variaciones en el tamaño de la constricción secundaria que corresponde a las bandas N (Fig. 3), el screen de bandas C de esta especie es insuficiente; así que nosotros reportaremos variantes de las bandas C con más detalle separadamente.

#### c. *Aotus azarae*

El género *Aotus* es el género más problemático de la clasificación de los monos del Nuevo Mundo en los últimos años. La mayoría de los autores de las dos últimas décadas (Cabrera, 1958; Napier y Napier, 1967; Herskovitz, 1977; Mittermeier y Coimbra-Filho, 1981) han reconocido una sola especie ampliamente distribuida. Por otro lado, los estudios citogenéticos recientes han indicado que *Aotus* tiene muchas variaciones cariotípicas que difieren una de la otra entre varias poblaciones regionales (Brumback, 1974, 1975; Reumer y De Boer, 1980; Ma, 1981). Con base en la citogenética Brumback, (1974, 1975) pidió una revisión del género. Herskovitz, (1983) reexaminó este género y concluyó en separar el género *Aotus* de una en nueve especies.

En el presente estudio todos los 43 especímenes muestran el cariotipo llamado de tipo boliviano que es idéntico al "tipo VI" de Ma et al. (1976). El número diploide de esta especie es 50 en hembras y 49 en machos; la diferencia en el número cromosómico entre machos y hembras es debida a la translocación del cromosoma Y en un autosoma. Dentro de los autosomas, 12 cromosomas son meta o submetacéntrica y 36 son acro o subtelocéntricos en hembras; el cariotipo del macho tiene 35 autosomas acro o submetacéntricos; el cromosoma X



es submetacéntrico (Fig. 4). En varios cromosomas subtelocéntricos los brazos cortos son completamente heterocromáticos y variables en tamaño; en este trabajo nosotros los designamos como cromosomas acro o subtelocéntricos, porque los cromosomas subtelocéntricos incluyen a los cromosomas “verdaderos” (con brazo corto eucromático) y a los “pseudo” subtelocéntricos (con brazo corto heterocromático); la calificación y/o la cuantificación de estos brazos cortos, sin embargo, es difícil, así que nosotros no lo discutimos más en el momento.

El cromosoma 2 muestra un polimorfismo como se ha reportado anteriormente (Ma et al., 1976; Cambefort y Moro, 1978). El cromosoma 2 típico es submetacéntrico y la variante del cromosoma 2 es también submetacéntrica pero más metacéntrica y se observa solo en condición heterocigótica en 4 de los 24 animales en los cuales se pudo registrar su morfología.

#### d. *Saguinus labiatus*

El mono tití de pecho rojizo, *Saguinus labiatus* habita en el área entre el río Madeira y el río Purus. *S. labiatus* es considerada la especie más primitiva dentro del grupo *mystax* al menos en lo que respecta a la depigmentación facial y al desarrollo de los bigotes, por Hershkovitz (1977); el reconoció 2 subespecies, *S. l. labiatus* y *S. l. thomasi*, y el mico tití de pecho rojo boliviano (bigotudo) se parece a *S. l. labiatus* de acuerdo a esa descripción.

El número cromosómico de *S. l. labiatus* es de 46 y tiene 32 cromosomas con 2 brazos (en un macho y una hembra) y 31 (en un macho). De acuerdo a esto, el número de cromosomas acrocéntricos es 12 y 13 respectivamente: el cromosoma X es submetacéntrico y el cromosoma Y es acrocéntrico (Fig. 5). La diferencia en la composición cromosómica parece ser debida a una inversión pericéntrica en los pares cromosómicos 7 y 9 (Fig. 5).

El número cromosómico de *S. labiatus* es el mismo de *S. mystax* y de otra especie de *Saguinus* pero difiere de estas especies en la composición cromosómicas. *Saguinus* spp. tiene básicamente 30 cromosomas con dos brazos y 14 autosomas acrocéntricos; el cromosoma X submetacéntrico y el cromosoma Y metacéntrico, aunque el grupo *Saguinus* muestra varias variaciones (Ardito, 1979). *S. mystax* se sabe que tiene 30 o 34 autosomas, el cromosoma X submetacéntrico y el cromosoma Y acrocéntrico (Benirschke y Brownhill, 1963; Anderson et al., 1967). Posiblemente el cariotipo de *S. labiatus* observado aquí está dentro del rango de variación reportado en *S. mystax*.

## DISCUSION

Hasta el momento se conoce el cariotipo de cinco especies de monos bolivianos, *Cebus apella*, *Saimiri sciureus*, *Aotus azarae*, *Saguinus labiatus* y *Callicebus moloch* (este artículo; Cambefort y Moro, 1978; Dev et al., Minezawa y Valdivia, 1984). Cuando se comparan los cariotipos de los monos bolivianos con los de especies relacionadas y subespecies de otras áreas, el carácter propio de su cariotipo puede ser reconocido por:

- El cariotipo estandar de la especie es diferente de otras especies relacionadas: *A. azarae*, *C. moloch donacophilus* y probablemente *S. labiatus*.
- El cariotipo estandar es el mismo que el de las especies relacionadas pero las variaciones cromosómicas de los tipos bolivianos forman un conjunto único: *C. apella* y *S. sciureus*.

No hay muchos estudios cariotípicos de monos del Nuevo Mundo basados en individuos en los cuales el lugar de colección haya sido aclarado. Posteriormente, si el sitio de colección es claro solo se describe el lugar de exportación o el país todos los estudios; por supuesto, la

posibilidad de que las variaciones cromosómicas observadas en los monos bolivianos estén ampliamente distribuidas en los alrededores es innegable, ya que los estudios taxonómicos reconocen muchas especies endémicas y/o subespecies de primates en Bolivia. Así que los autores creen como carácter endémico la individualidad de los cariotipos observados en las especies de primates bolivianos.

Se han presentado dos teorías, la “dispersión centripeta” (HersHKovitz, 1963) y la de “los refugios” (KinzeY, 1982) para explicar la diferenciación de los primates neotropicales. Como Bolivia parece que tuvo al menos dos refugios, “Inambari” y “Guapore” (KinzeY, 1982) y tiene tributarios del Amazonas como el río Beni, el río Mamore y el río Madre de Dios, puede volverse una buena área de estudio para obtener las causas de especiación de los platirrinos.

Vistos los monos del Nuevo Mundo desde el punto de vista del rango de variaciones cromosómicas en las especies congénicas, las cinco especies existentes están divididas en al menos dos grupos:

- a. Existen grandes diferencias cariotípicas entre las especies congénicas: en *Aotus* y *Callicebus*.
- b. Las diferencias cariotípicas entre las especies congénicas no es grande: en *Cebus*, *Saimiri* y *Saguinus*.

La diferencia entre los dos grupos probablemente tiene una correlación con cierta cantidad de variación intrapoblacional, pero esta correlación es débil e indirecta. Aunque *Callicebus* muestra una diferencia intragenérica muy grande—( $2n = 20-50$ ), el tití boliviano, *C. moloch donacophilus*, tiene poca variación cromosómica (Minezawa y Valdivia, 1984). Por otra parte, *Cebus* muestra casi el mismo cariotipo estandar entre sus especies congénicas pero tiene variaciones cromosómicas dentro de las poblaciones regionales (el presente estudio; Freitas y Seunanez, 1982); las variaciones cromosómicas involucradas en el desarrollo de la especiación fueron principalmente inversiones y/o translocaciones; sin embargo, las variantes de la región heterocromática que son reportadas como un carácter altamente variable en poblaciones humanas y de monos capuchinos, se han encontrado en este caso escasamente como un marcador de la especiación o diferenciación.

Qué clase de condiciones pueden determinar la variabilidad cromosómica y la evolución cariotípica de los monos platirrinos? Tres de estas condiciones, la estructura social, la historia taxonómica del grupo y la variabilidad genética, son discutidas en relación con la evolución cariotípica.

Se han reportado una gran cantidad de estudios ecológicos y sociales de los monos del Nuevo Mundo y estos ofrecen muchos datos acerca del tamaño del grupo y de la densidad de la población de las cinco especies aquí discutidas y de sus parientes (Tabla 4). *Aotus* y *Callicebus* están presentes en grupos familiares (un par de adultos y sus crías); *Saguinus* se ha encontrado en grupos de un macho (un macho, 2-3 hembras y sus crías); por otro lado, *Saimiri* y *Cebus* muestran un grupo formado esencialmente de machos y el tamaño del grupo es más grande que en los 3 géneros mencionados anteriormente; naturalmente, estos grupos no son cerrados y están involucrados en poblaciones reproductivamente activas regionalmente; así que es también importante conocer la densidad de la población del género bajo discusión. La densidad de población estimada en *Cebus* se sitúa en un rango desde tan bajo como 5 hasta tan alto como 55 por km cuadrado; el rango de densidad en *Saimiri* es de 16-528/km<sup>2</sup>, en *Callicebus* es de 2-450/km<sup>2</sup>, en *Aotus* de 2-150/km<sup>2</sup> y en *Saguinus* de 7-10/km<sup>2</sup>. La correlación entre el tamaño del grupo y la densidad de población no es alta y aún dentro de las especies hay una gran variación entre la densidad de población estimada y la existente



entre las regiones. Como se ve en la Tabla 4, el género con un grupo de gran tamaño tiende a tener diferencias cariotípicas pequeñas entre especies congénicas y/o subespecies coespecíficas y viceversa; también ha sido sugerida una tendencia similar entre el gibbon y los babuinos por Marks (1982). Sin embargo, el número de especies discutidas aquí es muy pequeño y la interacción socio-genética entre los grupos es aún oscura; por lo tanto los autores solo puntualizan la posibilidad de una correlación entre el tamaño del grupo y la evolución cromosómica.

La aparición de caracteres únicos de un grupo taxonómico no es independiente del tiempo. El tiempo en el cual emergió el primer ancestro de los platirrinos no es claro; a partir del registro fósil es claro que los Ceboidea y los Callithricidae se diferenciaron hace unos 25–35 millones de años y que hace unos 12 o 14 millones de años existieron las especies ancestrales de casi todos los monos platirrinos modernos (Suzaley y Delson, 1979). El estudio molecular inmunológico mostró que casi todos los grupos taxonómicos de los monos del Nuevo Mundo se diferenciaron hace unos 15–20 millones de años (Sarich y Cronin, 1980). Estos dos estudios concuerdan bien con el hecho de que la radiación adaptiva de los platirrinos ocurrió hace relativamente poco en la escala del tiempo. Por lo tanto una gran diferencia en la escala de la evolución cariotípica (Dutrillaux, 1979a) sugiere que las tasas de evolución cromosómica en poblaciones diferentes no son constantes entre los monos del Nuevo Mundo.

El estudio genético de las poblaciones puede dar una información importante de la estructura de la población (Nozawa et al., 1982); no se ha estudiado genéticamente ninguna población de los monos del Nuevo Mundo. Bruce (1977) reportó el índice de la variabilidad genética (21 loci) de seis especies de monos platirrinos importados. La proporción promedia observada de individuos heterocigóticos por locus ( $\bar{H}_{ob}$ ) fue de 0.000–0.053 y la proporción de loci polimórficos fue de 0.0053–0.250; el alto valor de ambos índices en *Aotus* puede ser debido a las grandes diferencias interregionales de este género; el rango de ambos índices en los monos platirrinos excepto para  $\bar{H}_{ob}$  en *Aotus* estuvo dentro del rango de *Macaca* y *Papio* que se conoce tienen un cariotipo estable (Dutrillaux, 1982; de Grouchy, 1982); consecuentemente, la relación entre la variabilidad electroforética y la variación cromosómica puede ser débil.

Las relaciones filogenéticas de los monos del Nuevo Mundo esbozadas a partir de los estudios morfológicos (Perkins y Meyer, 1980; Rosenberger, 1981; Setoguchi, 1983), moleculares (Dene et al., 1976; Sarich y Cronin, 1980; Bruce, 1977) y citogenéticos (Dutrillaux, 1979a; Chiarelli, 1980) muestran una topografía algo diferente una de otra, aún con el uso de técnicas similares (Fig. 6); por lo tanto se sugiere que estos caracteres pudieron evolucionar independientemente. El árbol filogenético esbozado a partir de los estudios cariotípicos puede diferir ampliamente de las topografías de la filogenia morfológica y molecular aún después de una acumulación suficiente de datos cariológicos. Una tendencia similar en los monos del Viejo Mundo fue también presentada por Marks (1982); sin embargo, en los monos del Nuevo Mundo cada grupo taxonómico muestra más una dirección independiente y un tiempo de evolución de los cambios cariotípicos que los encontrados en los monos del Viejo Mundo.

Hasta ahora muchos estudios genéticos de los platirrinos han sido realizados utilizando monos importados e ignorando el sitio de muestreo. Para aclarar el mecanismo de evolución cariotípica de los monos platirrinos debemos estudiar (cito-) genéticamente la estructura de la población de los monos del Nuevo Mundo en el campo como también aclarar la estabilidad de los cariotipos en sí, en el laboratorio.



## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fué financiada por fondos de la Overseas Scientific Research del Ministerio de Educación, Ciencia y Cultura del Japón, y constituye parte del proyecto de investigación del Primate Research Institute de la Universidad de Kyoto, dirigido por el Dr. H. Nogami. Nosotros queremos expresar nuestros sinceros agradecimientos a la Academia Nacional de Ciencia de Bolivia y al Museo Nacional de Historia Natural, especialmente al Dr. V. Abecía (Presidente de la Academia Nacional) y a los doctores G. Bejarano y A. Saavedra (Director del Museo Nacional) por su permiso y arreglos para la presente investigación. Nosotros queremos agradecer al Instituto Bioclínico Central, Santa Cruz, Bolivia, y al Dr. D. Pessoa (Director) y a sus colegas por su gran colaboración en el trabajo de laboratorio. También estamos agradecidos con el Sr. J. Ohnishi y D.V.M.O.-C. Jordan, proveedor del Zoological Garden y al Sr. G. Franco por su ayuda y colaboración en obtener las muestras. Finalmente, agradecemos a los doctores C. Quintero, A. Cadena, T. Watanabe y K. Izawa por su valiosa ayuda en este estudio.